

УДК 624.012.45 : 624.046

В.С.ДОРОФЕЕВ, д-р техн. наук, С.А.ПОСТЕРНАК

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

**К РАСЧЕТУ ПРОЧНОСТИ НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ,
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
БЕЗ ПОПЕРЕЧНОЙ АРМАТУРЫ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОВРЕЖДЕННОСТИ БЕТОНА**

Приводятся результаты экспериментальных исследований влияния технологической поврежденности, моделируемой при помощи изменения количества и качества (дисперсности) минерального наполнителя на величину коэффициента φ_{b4} , а также его рекомендуемые значения.

В соответствии со СНиП 2.03.01-84 расчет железобетонных элементов без поперечной арматуры на действие поперечной силы для обеспечения прочности по наклонной трещине производится по наиболее опасному наклонному сечению из условия:

$$Q \leq \frac{\varphi_{b4} R_{bt} b h_0^2}{c}. \quad (1)$$

Учитывая, что формула для определения Q является эмпирической, при ее вычислении вводится ряд ограничений, полученных на основании многочисленных сопоставлений расчёта с опытом. Введение в формулу (1) коэффициента φ_{b4} (учет влияния структуры, прочности и вида бетона), полученного опытным путём, позволило распространить расчёт на элементы, выполненные из различных бетонов. Применение наполнителей, оптимальных по виду, количеству и дисперсности, позволяет управлять технологической поврежденностью бетонных и железобетонных конструкций, и изменять их физико-технические характеристики. В этой области проведено недостаточно исследований, и, в основном, они проводились на образцах малых размеров. На их основе не представляется возможным определение влияния технологической поврежденности на работу натурных конструкций, например, балок, являющихся наиболее распространённым видом железобетонных конструкций. Учитывая, что актуальным остаётся вопрос экономии материальных ресурсов при одновременном обеспечении надёжности конструкций, возникла необходимость исследования влияния технологической поврежденности на прочность и трещиностойкость изгибаемых элементов по наклонным сечениям, в частности, уточнение коэффициента φ_{b4} [1-10].

Основная цель статьи заключается в исследовании влияния на ко-

коэффициент φ_{b4} технологической поврежденности, определенной на поверхности железобетонных балок, и выраженную через коэффициенты, с учетом изменения количества и дисперсности минерального наполнителя, а также в предложении рекомендуемых значений коэффициента φ_{b4} .

Для получения искомых результатов был выполнен эксперимент, методика проведения которого, состав бетонной смеси, характеристики используемых материалов и опытных образцов приведены в работах [7, 9]. Методика исследования технологической поврежденности бетонных образцов и железобетонных изгибаемых элементов, методика оценки технологической поврежденности при помощи коэффициентов технологической поврежденности по площади (Kn_s) и характерным линиям (Kn_L), а также их обоснование и физический смысл представлены в работах [7, 8]. Результаты определения технологической поврежденности на поверхности образцов-балок, схема армирования и схема нагружения представлены в работе [10].

Величина коэффициента φ_{b4} в зависимости от технологической поврежденности, изменяется от 1,71 до 3,06 (на 80%) (табл.1).

Таблица 1 – Экспериментальные и теоретические значения коэффициента φ_{b4}

№ опыта	$\varphi_{b4,exp} = \frac{Q_{b,exp} C_{cr,exp}}{R_{bt} b h_0^2}$	$\varphi_{b4}^{CHu\Pi}$	$\varepsilon, \%$	$\frac{\varphi_{b4,exp}}{\varphi_{b4}^{CHu\Pi}}$
1	1,71	1,5	12,2	1,14
2	1,92	1,5	21,9	1,28
3	2,51	1,5	40,2	1,67
4	2,81	1,5	46,6	1,87
5	2,71	1,5	44,7	1,81
6	3,06	1,5	50,9	2,04
7	1,73	1,5	13,5	1,15
8	2,23	1,5	32,7	1,49
9	2,44	1,5	38,6	1,63

Влияние количества наполнителя на коэффициент φ_{b4} отражено на рис.1,А. Изменение H от 8 до 10% от массы вяжущего при постоянной дисперсности $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$ приводит к повышению коэффициента φ_{b4} от 1,71 до 2,81 (на 64,3%). Дальнейшее увеличение H до 12% вызывает снижение коэффициента φ_{b4} до 1,73 (на 62,4%). При

$S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$ и изменении H от 8 до 10% коэффициент φ_{b4} увеличивается от 1,92 до 2,71 на (41,1%). Дальнейшее увеличение H до 12% вызывает снижение коэффициента φ_{b4} до 2,23 (на 21,5%). При фиксированной дисперсности $S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$ изменение H от 8 до 10% приводит к увеличению коэффициента φ_{b4} от 2,51 до 3,06 (на 21,9%). Дальнейшее увеличение H до 12% вызывает снижение коэффициента φ_{b4} до 2,44 (на 25,4%).

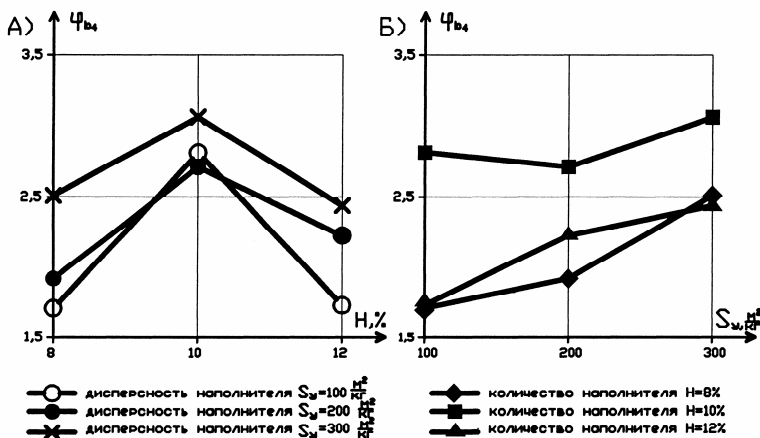


Рис.1 – Влияние количества (А) и дисперсности (Б) наполнителя на коэффициент φ_{b4}

Влияние качества (дисперсности) наполнителя на коэффициент φ_{b4} отражено на рис.1,Б. Изменение S_y от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ при его расходе 8% ведет к увеличению коэффициента φ_{b4} от 1,71 до 1,92 (на 12,3%), а увеличение S_y до 300 $\text{м}^2/\text{кг}$ приводит к дальнейшему увеличению коэффициента φ_{b4} до 2,51 (30,7%). При постоянном $H=10\%$ и при изменении дисперсности от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ происходит уменьшение коэффициента φ_{b4} от 2,81 до 2,71 (на 3,7%), а при увеличении дисперсности до 300 $\text{м}^2/\text{кг}$ коэффициент φ_{b4} возрастает до 3,06 (на 12,9%). Изменение S_y от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ при количестве наполнителя 12% приводит к увеличению коэффициента φ_{b4} от 1,73 до 2,23 (на 28,9%) , и дальнейшему увеличению коэффициента φ_{b4} до 2,44 (на 9,4%) при изменении дисперсности от 200 до 300 $\text{м}^2/\text{кг}$.

Следует отметить, что максимальные значения коэффициента φ_{b4} (2,81; 2,71 и 3,06) достигаются при изменении S_y от 100 до 300 м²/кг при постоянном $H=10\%$. Минимальные значения коэффициента φ_{b4} получены при постоянной $S_y=100$ м²/кг и фиксированном $H=8\%$ (1,71) и $H=12\%$ (1,73).

В данной работе установлены зависимости коэффициента φ_{b4} от технологической поврежденности. Эти зависимости являются нелинейными парными квадратичными уравнениями. При влиянии технологической поврежденности выраженной: через Kn_L , определенный по наклонным линиям, получены уравнения вида: $\varphi_{b4}=10,44-43,63Kn_L+54,77Kn_L^2$ (рис.2, А); $\varphi_{b4}=7,94-25,90Kn_L-24,80Kn_L^2$ (рис.2, Б); через Kn_L , определенный по поперечной линии, получено уравнение вида: $\varphi_{b4}=4,45-0,05Kn_L-23,21Kn_L^2$ (рис.2, В); через Kn_s , определенный по площади, получено уравнение вида: $\varphi_{b4}=1,60+4,06Kn_s-3,38Kn_s^2$ (рис.2, Г). Полученные квадратичные зависимости показывают, что с увеличением технологической поврежденности величина коэффициента φ_{b4} нелинейно уменьшается.

На основании полученных результатов можно предложить некоторые рекомендации к расчету прочности сечений, наклонных к продольной оси железобетонных изгибаемых элементов без поперечной арматуры с учетом технологической поврежденности. В частности, проверку изгибаемых элементов по несущей способности с учетом технологической поврежденности рекомендуется проводить дифференцированно в зависимости от изменения количества и качества минерального наполнителя (табл.2).

Таблица 2 – Экспериментальные и рекомендуемые значения коэффициента φ_{b4}

№ опыта	$H, \%$	$S_y, \text{м}^2/\text{кг}$	$\varphi_{b4, \text{exp}}$	Рекомендуемое значение коэффициента φ_{b4} при фиксированном H и S_y	Рекомендуемое значение коэффициента φ_{b4} при фиксированном H
1	8	100	1,71	1,7	1,7
2		200	1,92	1,9	
3		300	2,51	2,5	
4	10	100	2,81	2,8	2,7
5		200	2,71	2,7	
6		300	3,06	3,0	
7	12	100	1,73	1,7	1,7
8		200	2,23	2,2	
9		300	2,44	2,4	

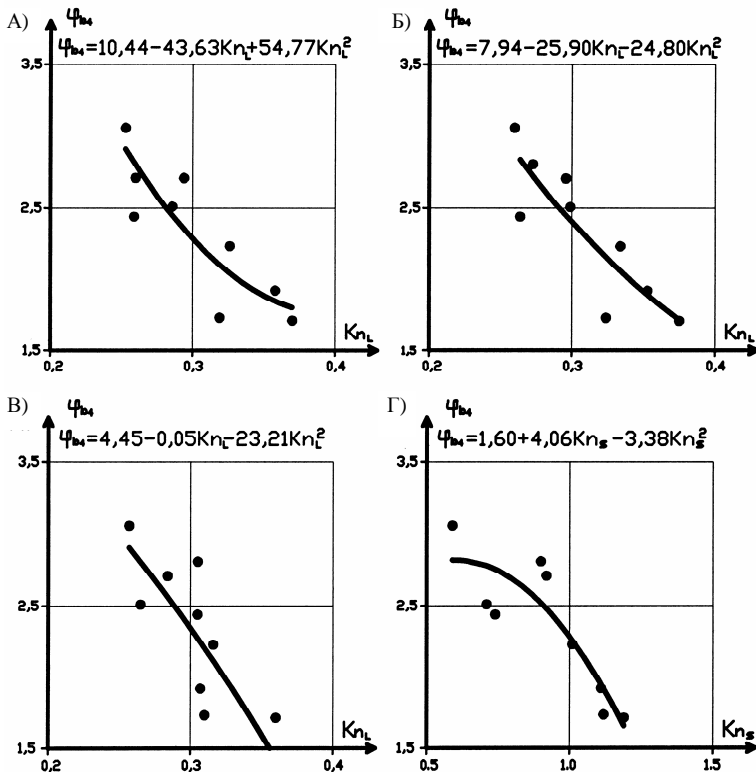


Рис.2 – Зависимость коэффициента φ_{b4} от технологической поврежденности, измеренной на поверхности образцов – балок по наклонным линиям длиной 36,5 см (А) и 31,1 см (Б), поперечной линии (В) и площади (Г)

Проанализированы результаты влияния технологической поврежденности, а также количества и качества (дисперсности) кварцевых наполнителей на коэффициент φ_{b4} , предложены дифференцированные значения. Применение минеральных наполнителей позволит увеличить величину коэффициента φ_{b4} от 12 до 51%, что существенно снизит материалоемкость изгибаемых железобетонных элементов.

В дальнейшем перейдем к анализу влияния технологической поврежденности, а также количества и качества (дисперсности) кварцевых наполнителей на величину коэффициента φ_{b4} при различных видах нагрузки.

1.Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных

материалов и конструкций. – Одесса: Город мастеров, 1998.

– 168 с.

2.Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / В.И.Соломатов, В.Н.Выровой, В.С.Дорофеев, А.В.Сиренко. – К.: Будівельник, 1991. – 144 с.

3.Дорофеев В.С., Выровой В.Н., Соломатов В.И. Пути снижения материалоемкости строительных материалов и конструкций: Уч. пособие. – К.: УМК ВО, 1989. – 79 с.

4.Выровой В.Н., Дорофеев В.С. Материалоемкость строительных конструкций: Метод. рекомендации. – Одесса: ОИСИ, 1990. – 70 с.

5.Дорофеев В.С. Технологическая наследственность композиционных строительных материалов и конструкций: Уч. пособие. – К.: УМК ВО, 1992. – 52с.

6.Выровой В.Н., Дорофеев В.С. Технологическая механика композиционных материалов. – К.: Общество “Знание” Украины, 1991. – 19с.

7.Постернак С.А., Олейник Н.В., Постернак И.М. Влияние количества и качества наполнителя на начальную технологическую поврежденность // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр. Вип.9. – Рівне: УДУВГП, 2003. – С.105-111.

8.Постернак С.А., Постернак А.А., Олейник Н.В., Постернак И.М. Оценка технологической поврежденности бетонных призм // Будівельні конструкції: Зб. наук. пр. Вип.58. – К.: НДІБК, 2003. – С.84-89.

9.Постернак С.А., Олейник Н.В., Постернак И.М. Влияние количества и качества наполнителя на прочность и деформативность бетонных призм // Вісник ОДАБА. Вип.9. – Одесса, 2003. – С.163-168.

10.Постернак С.А., Трещинообразование железобетонных изгибаемых элементов с учетом технологической поврежденности // Вісник ОДАБА. Вип.10. – Одесса, 2003. – С.149-155.

Получено 20.10.2003

УДК 624.014

С.Ф.ПІЧУГІН, д-р техн. наук, А.В.МАХІНЬКО

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

ІМОВІРНІСНИЙ ОПИС ПРОЦЕСУ НАКОПИЧЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ В СТАЛЕВИХ ЕЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ДІЇ ВИПАДКОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Розглядається процес накопичення залишкових (пластичних) деформацій в сталевих елементах конструкцій, який, у зв'язку з мінливістю зовнішніх навантажень, що діють на нього та стохастичними властивостями матеріалу елемента конструкції, подається як випадковий. Розглядаються окремі випадки, коли навантаження представлено абсолютними максимумами (АМ) нормального, Вейбулловського та поліномо-експоненційного випадкових процесів (ВП). Наводяться змістовні чисельні приклади.

Вихід конструкції з ладу (відмова) не завжди буває пов'язаний з її руйнуванням у повному розумінні цього слова. У більшості випадків це є результатом поступового накопичення пошкоджень: усталених і залишкових деформацій, зносу, корозії і т.п., які, досягнув певної величини, починають перешкоджати нормальній експлуатації конструкції та призводять до її відмови. Основним критерієм відмови при цьо-